

## **KAJIAN AWAL SIFAT OPTIK GRAPHENE OXIDE BERBAHAN DASAR ARANG TONGKOL JAGUNG YANG DISINTESIS DENGAN METODE LIQUID PHASE EXFOLIATION (LPE)**

***Yuditha Ignasia Bete, Minsyahril Bukit, Albert Zicko Johannes dan Redi K. Pingak***  
*Program Studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Jl. Adi Sucipto-Penfui, Kota Kupang, Nusa Tenggara Timur, 85148, Indonesia*  
*E-mail: yudithchia17@gmail.com*

### **Abstrak**

*Telah dilakukan penelitian tentang kajian awal sifat optik Graphene Oxide berbahan dasar arang tongkol jagung yang disintesis dengan metode Liquid Phase Exfoliation (LPE). Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh variasi massa karbon tongkol jagung dengan variasi 1 gram; 1,5 gram; 2 gram, pengaruh perlakuan blender, ultrasonikasi, dan blender + ultrasonikasi terhadap nilai absorbansi UV-Vis Graphene Oxide hasil sintesis. Karbon tongkol jagung yang dibakar dihaluskan sampai menjadi serbuk, disintesis dengan bantuan blender, ultrasonifikasi dan blender + ultrasonifikasi selama 3 jam, didiamkan selama satu malam, kemudian diencerkan dengan menggunakan pelarut aquades. Selanjutnya hasil sintesis tersebut dikarakterisasi menggunakan Spektrometer UV-Vis double beam untuk mendapatkan spektrum absorbansinya. Berdasarkan hasil analisis spektrum absorbansi pada masing – masing variasi massa, pada perlakuan ultrasonifikasi nilai absorbansi meningkat secara linear seiring bertambahnya massa. Nilai absorbansi untuk variasi massa 1 gram, 1,5 gram dan 2 gram secara berturut-turut diperoleh sebesar 1,710 ; 2,071 ; 1,483 untuk perlakuan blender, 1,478 ; 1,571 ; 1,588 untuk perlakuan ultrasonikasi, dan 1,574 ; 1,450 ; 1,547 untuk perlakuan blender+ultrasonikasi. Dengan metode Liquid Phase Exfolition diperoleh nilai absorbansi maksimum pada perlakuan blender massa 1,5 gram dengan nilai 2,071 dan nilai absorbansi minimum diperoleh pada perlakuan dengan blender + ultrasonifikasi massa 1,5 gram dengan nilai 1,450. Berdasarkan nilai absorbansi tersebut larutan sampel hasil sintesis termasuk Graphene Oxide.*

***Kata-kata kunci:*** Graphene Oxide; LPE; Spektrum absorbansi; Spektrofotometer UV –Vis; Tongkol jagung.

### **Abstract**

*The aim of this work is to investigate the effects of varying corncob mass (1 gr; 1,5 gr; 2 gr) and varying treatments including blender, ultrasonification, and blender + ultrasonication on the UV-Vis spectrum of Graphene Oxide synthesized from the corncob. The corncobs that have been burned were powdered, synthesized using blender, ultrasonification and blender + ultrasonification for 3 hours, left overnight, and then diluted using aquades. Then, the synthesis results were characterized using UV-Vis double beam spectrophotometer. From the analysis of the absorption spectrum, the absorption values from ultrasonification treatments, the absorption values were linearly proportional to the mass. Absorption values for mass variation of 1 gram, 1,5 gram and 2 gram were 1,710 ; 2,071 ; 1,483 using blender treatment, 1,478 ; 1,571 ; 1,588 using ultrasonification treatment, and 1,574 ; 1,450 ; 1,547 using blender+ultrasonification treatment. With Liquid Phase Exfoliation, the maximum value of absorbance was found at 1,5 gram mass variation using blender treatment, with the value being 2,071 and the minimum value of the was found when using blender + ultrasonification treatment at 1,5 gram mass variation, with the minimum value being 1,450. From the absorption values, Graphene Oxide has been successfully synthesized from the corncob.*

***Keywords:*** Graphene Oxide; LPE; Absorption Spectrum; UV–Vis Spectrophotometer; Corncob.

## PENDAHULUAN

Dewasa ini perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang berkembang dengan pesat melahirkan inovasi material-material kimia terbaru yang memiliki potensi aplikasi di berbagai bidang disiplin ilmu. Salah satu ilmu pengetahuan yang sedang berkembang dengan sangat pesat adalah nanosains. Kajian penting nanosains adalah nanoteknologi. Dalam bidang nanoteknologi salah satu material kimia yang banyak menarik perhatian para peneliti adalah grafena. Graphene merupakan salah satu jenis material nano berbahan dasar karbon, memiliki sifat kelistrikan, termal, optik dan mekanik yang luar biasa[1-5] yang digunakan dalam berbagai aplikasi seperti pembuatan kapasitor, transistor, LED dan perangkat optoelektronik yang lain[6]. Graphene dapat disintesis dengan berbagai metode salah satunya adalah *Liquid Phase Exfoliation* (LPE).

Di NTT Salah satu daerah penghasil jagung terbanyak adalah di kabupaten Malaka khususnya Kecamatan Kobalima. Tongkol jagung merupakan salah satu biomassa yang menjadi sumber karbon[7]. Tongkol jagung memiliki kandungan senyawa karbon yang cukup tinggi, yaitu lignin (6%), selulosa (41%) dan hemiselulosa (36%) yang cukup tinggi yang mengindikasikan bahwa tongkol jagung berpotensi sebagai bahan pembuat arang aktif[8]. Jagung merupakan salah satu jenis tanaman pangan biji-bijian dari keluarga rumput-rumputan dan merupakan tanaman semusim. Produksi jagung di Indonesia setiap tahunnya menunjukkan peningkatan. Meningkatnya produksi limbah tongkol jagung di Indonesia belum dimanfaatkan secara optimal. Pemanfaatan limbah tongkol jagung hanya sebatas digunakan sebagai bahan bakar, sebagai pakan ternak dan banyak yang terbuang percuma sehingga berpotensi meningkatkan pencemaran lingkungan.

Seiring dengan perkembangan IPTEK tongkol jagung yang telah diproses menjadi arang melalui proses pembakaran dapat dimanfaatkan sebagai bahan untuk pembuatan nanoteknologi khususnya dalam mensintesis *graphene oxide* (GO). Sintesis *Graphene Oxide* (GO) telah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya seperti penelitian yang dilakukan oleh[9] dengan grafit dari batang pensil 2B dengan metode Elektrolisis[10] menggunakan grafit dari batang pensil dengan metode *Liquid Sonification Exfoliation* (LSE) dan menggunakan biomassa berupa sekam padi dengan menggunakan metode *Liquid Phase Exfoliation* (LPE)[11]. Pada penelitian kali ini penulis menggunakan metode *Liquid Phase*

*Exfoliation* (LPE) dimana *graphene* akan diperoleh dalam bentuk larutan. Pada penelitian ini, sifat *Graphene* yang dikaji adalah sifat optik dengan bahan Dasar arang tongkol jagung yang disintesis dengan metode *Liquid Phase Exfoliation* (LPE).

## METODE

### Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah *Ultrasonic Cleaner*, Gelas Ukur 50 ml, Timbangan Digital, Blender, Pipet tetes, Gelas Beker 250 ml, Ayakan 325 mesh, Stopwatch, Spektrofotometer UV-Vis *double beam*, *Furnace* (Tanur). Bahan yang digunakan adalah *Graphite* dari tongkol jagung dengan variasi massa 1 gram; 1,5 gram; 2 gram, Detergen Daia (0,8 gram), Aquades, Air.

### Prosedur Penelitian

Proses pembuatan sampel Grafit dapat dilakukan Metode LPE dengan perlakuan blender, ultrasonikasi, dan blender + ultrasonikasi dilakukan dengan menyiapkan tongkol jagung.

Tongkol jagung dipotong menjadi bagian-bagian kecil, dicuci untuk menghilangkan partikel-partikel kotor yang melekat pada permukaan tongkol jagung dan dikarbonisasi dalam *furnace* selama 28 menit pada suhu 350°C. Proses tersebut menghasilkan karbon tongkol jagung. Arang yang diperoleh didinginkan, dihaluskan hingga menjadi serbuk dan diayak dengan ayakan 325 *mesh*.

Setelah diperoleh serbuk karbon tongkol jagung dilakukan penimbangan serbuk karbon menggunakan timbangan digital sesuai masing – masing variasi massa, detergen sebanyak 0,8 gram, aquades 250 ml, dicampur dalam gelas beker secara merata lalu disintesis dengan blender, ultrasonikasi, dan blender + ultrasonikasi selama 3 jam. Larutan hasil sintesis didiamkan selama semalam, lalu diambil larutan paling atas menggunakan pipet tetes. Larutan sampel hasil sintesis yang didiamkan selama semalam diencerkan menggunakan pelarut aquades dengan konsentrasi 12,5 gram/Vol.

Pengenceran dilakukan agar sampel yang akan dikarakterisasi tidak boleh terlalu gelap sehingga radiasi UV- Vis yang ditembakkan

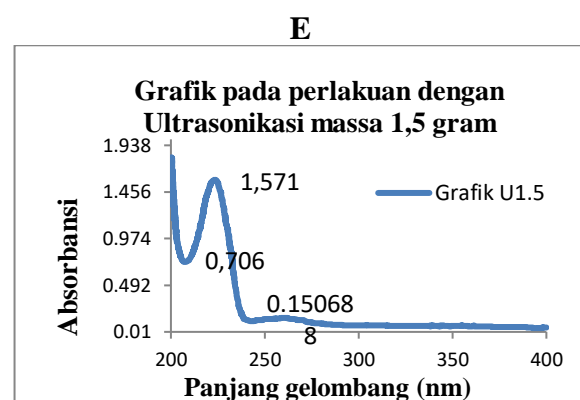
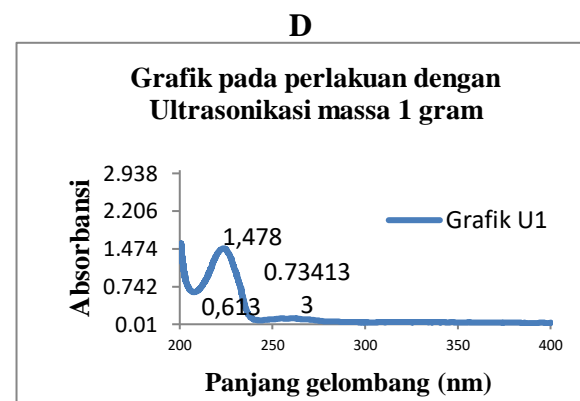
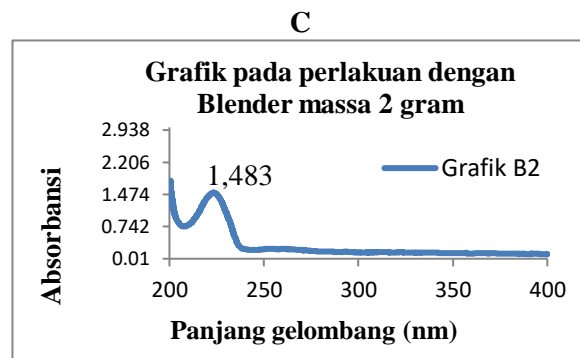
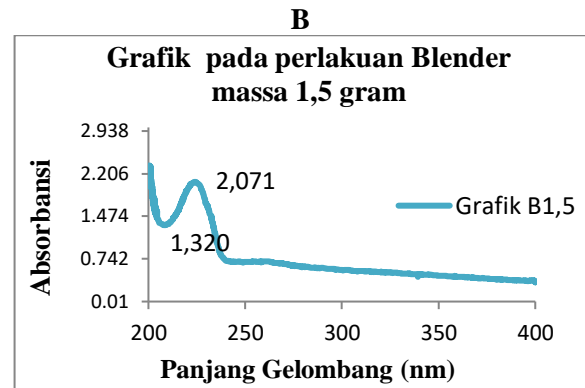
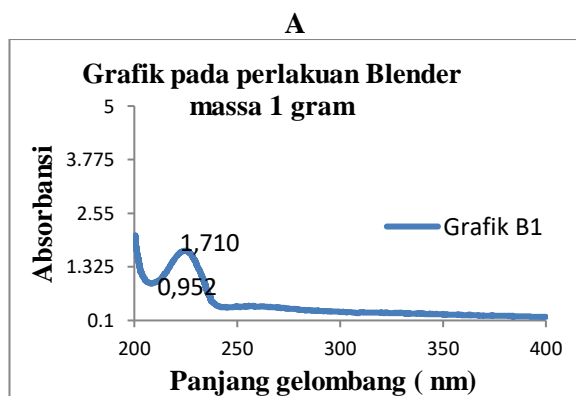
dapat melewati sampel. Larutan sampel *Graphene Oxide* yang diperoleh dikarakterisasi sifat optik menggunakan spektrofotometer UV-Vis *Double Beam* pada panjang gelombang 200 – 800 nm. Hasil output dari spektrofotometer UV-Vis berupa grafik antara absorbansi dan panjang gelombang. Pada penelitian ini, sampel yang dikarakterisasi dengan UV-Vis yaitu sampel dengan variasi terhadap massa karbon yaitu 1 gram, 1,5 gram dan 2 gram menggunakan metode LPE.

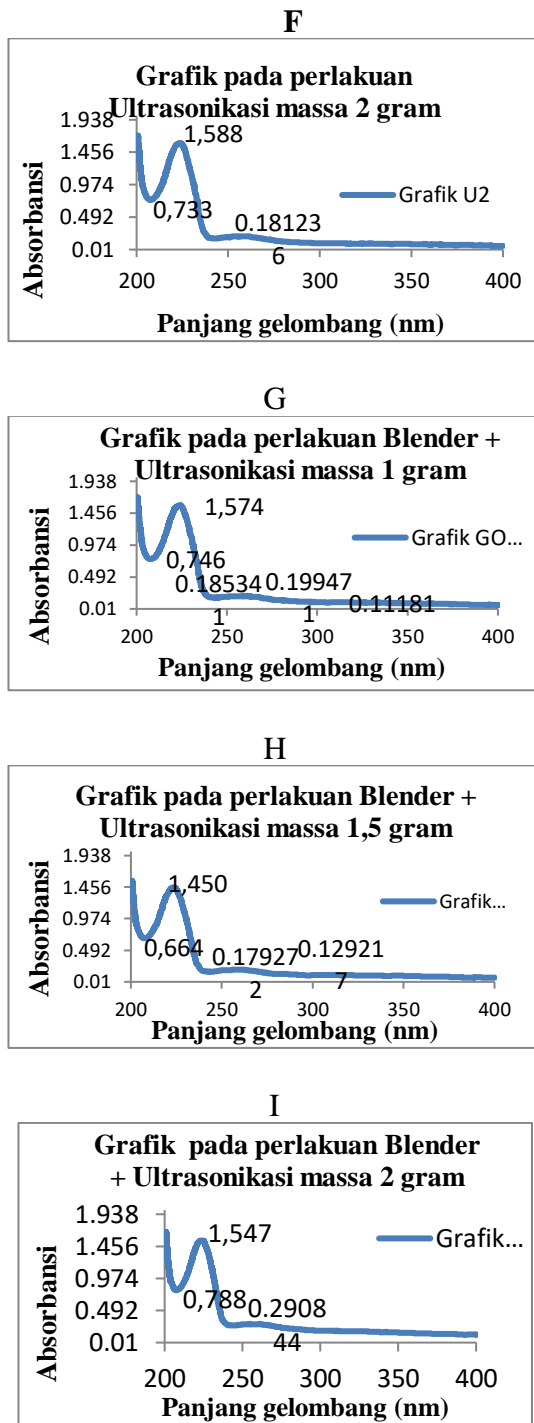
Tabel 2. Data sampel untuk larutan pengencer aquades

No.	Nama Sampel	Massa	Metode	Pengencer
1.	MIBA	1 gram	Blender	Aquades
2.	M1UA	1 gram	Ultrasonifikasi	Aquades
3.	M1BUA	1 gram	Blender + Ultrasonifikasi	Aquades
4.	M1,5BA	1,5 gram	Blender	Aquades
5.	M1,5UA	1,5 gram	Ultrasonifikasi	Aquades
6.	M1,5BUA	1,5 gram	Blender + Ultrasonifikasi	Aquades
7.	M2BA	2 gram	Blender	Aquades
8.	M2UA	2 gram	Ultrasonifikasi	Aquades
9.	M2BUA	2 gram	Blender+Ultra sonifikasi	Aquades

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian sampel GO dengan variasi massa 1 gram ; 1,5 gram ; 2 gram dengan metode LPE pada perlakuan blender, ultrasonikasi dan blender + ultrasonikasi masing-masing ditunjukkan pada grafik berikut.





Gambar 1. Spektrum absorbansi:  
A.) M1BA, B.) M1UA, C.) M1BUA, D.)  
M1,5BA, E.) M1,5UA, F.)  
M1,5BUA, G.) M2BA, H.) M2UA  
dan I.) M2BUA.

### Pengaruh variasi massa karbon tongkol jagung terhadap hasil sintesis GO pada perlakuan Blender

Pada Grafik A,B,C untuk perlakuan Blender pada sampel dengan masing-masing variasi massa 1 gram, 1,5 gram dan 2 gram dapat dilihat hubungan antara absorbansi terhadap panjang gelombang. Pada proses karakterisasi yang diamati pada panjang gelombang 200 -800 nm terdapat tiga puncak absorbansi pada panjang gelombang 223,00 nm ; 223,00 nm; 224,00 nm dengan masing-masing nilai absorbansi 1,710 ; 2,071 ; 1,483 . Nilai absorbansi yang diperoleh menunjukkan bahwa adanya penyerapan radiasi UV oleh partikel. Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, pada perlakuan blender semakin banyak massa nilai absorbansinya menurun seiring bertambahnya massa yang diberikan. Pada proses blender dngan massa 1,5 gram memiliki nilai absorbansi lebih besar karena pada perlakuan blender mampu mengekfoliasi larutan secara maksimal selain itu larutan sampel yang dihasilkan dari proses pemblenderan masih tebal sehingga saat dikarakterisasi radiasi UV yang diserap semakin banyak. Apabila radiasi UV yang diserap banyak maka nilai absorbansi yang dihasilkan akan semakin besar . Namun ketika massanya bertambah menjadi 2 gram nilai absorbansi menurun. Hal ini disebabkan karena semakin banyak massa material grafit semakin sulit tereksfoliasi menjadi ukuran kecil sehingga lapisan grafen tipis yang diperoleh sedikit. Apabila lapisan grafen tipis yang diperoleh sedikit maka radiasi UV yang diserap semakin kecil sehingga nilai absorbansi menurun. Berdasarkan hasil tersebut dapat diketahui dari ketiga perlakuan pada variasi Massa 1 gram ; 1,5 gram ; 2 gram kandungan material GO yang paling banyak terdapat pada perlakuan dengan blender pada massa 1,5 gram karena nilai absorbansi yang diperoleh paling tinggi dari ketiga perlakuan.

Hasil pengamatan pada Grafik A, B, C , menunjukkan bahwa semakin besar massa maka semakin besar panjang gelombang dari puncak absorbansi,dan nilai absorbansi menurun.. Selain itu besar panjang gelombang dari ketiga variasi massa ini mengindikasikan adanya pergeseran

puncak absorbansi dari panjang gelombang yang kecil yakni : 208 nm menuju panjang gelombang yang lebih besar yakni 223 nm. Terbentuknya puncak absorbansi menunjukkan adanya *Graphene oxide* yang terbentuk dari hasil sintesis GO dengan Metode LPE pada perlakuan dengan Blender.

#### **Pengaruh Variasi Massa karbon tongkol jagung terhadap hasil sintesis GO pada perlakuan dengan Ultrasonikasi**

Pada Grafik D,E,F untuk perlakuan Ultrasonikasi pada sampel dengan masing – masing variasi massa 1 gram, 1,5 gram dan 2 gram dapat dilihat hubungan antara absorbansi terhadap panjang gelombang. Pada proses karakterisasi yang diamati pada panjang gelombang 200 -800 nm terdapat tiga puncak absorbansi pada panjang gelombang yang sama yakni 223,00 nm ; 223,00 nm ; 223,00 nm dengan masing – masing nilai absorbansi 1,478 ; 1,571 ; 1,588. Dari hasil yang diperoleh terlihat bahwa nilai absorbansi meningkat secara linear terhadap variasi massa karbon. Nilai absorbansi yang diperoleh menunjukkan bahwa adanya penyerapan radiasi UV oleh partikel sampel. Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, pada perlakuan Ultrasonikasi semakin banyak massa nilai absorbansinya meningkat seiring bertambahnya massa yang diberikan. Hal ini mengindikasikan bahwa pada perlakuan dengan ultrasonikasi, getaran yang kuat mampu mengekfoliasi larutan secara maksimal serta mengecilnya ukuran partikel grafit. Sehingga semakin banyak massa semakin banyak material grafit yang tereksfoliasi dan lapisan grafen tipis yang diperoleh semakin banyak sehingga saat dikarakterisasi radiasi UV yang diserap semakin banyak seiring bertambahnya massa. Hal ini yang menyebabkan meningkatnya nilai absorbansi. Hasil pengamatan pada Grafik D,E,F menunjukkan bahwa semakin lama waktu ultrasonikasi dan semakin besar massa mengindikasikan adanya pergeseran puncak absorbansi dari panjang gelombang yang kecil yakni: 207 nm menuju panjang gelombang yang lebih besar yakni 223 nm. Terbentuknya puncak absorbansi menunjukkan adanya *Graphene oxide* yang terbentuk dari hasil sintesis GO dengan

Metode LPE pada perlakuan dengan Ultrasonikasi.

#### **Pengaruh Variasi Massa karbon tongkol jagung terhadap hasil sintesis GO pada perlakuan dengan Blender + Ultrasonikasi**

Pada Grafik G,H,I untuk perlakuan Blender + Ultrasonikasi pada sampel dengan masing – masing variasi massa 1 gram, 1,5 gram dan 2 gram dapat dilihat hubungan absorbansi terhadap panjang gelombang. Pada proses karakterisasi yg diamati pada panjang gelombang 200 – 800 nm terdapat tiga puncak absorbansi pada panjang gelombang yang sama yakni 223,00 nm ; 223,00 nm ; 223,00 nm dengan masing – masing nilai absorbansi 1,574 ; 1,450 ; 1,547. Nilai absorbansi yang diperoleh menunjukkan bahwa adanya penyerapan radiasi UV oleh partikel. Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, pada perlakuan Blender + Ultrasonikasi semakin banyak massa nilai absorbansinya menurun seiring bertambahnya massa yang diberikan. Hal ini disebabkan adanya kombinasi antara perlakuan blender + ultrasonikasi serta lamanya waktu pada saat blender dan ultrasonikasi menyebabkan lapisan grafen semakin kecil dan tipis sehingga pada saat dikarakterisasi radiasi UV yang diserap partikel sampel sedikit dan sebagian radiasi UV diteruskan sehingga nilai absorbansinya menurun. Hasil pengamatan pada Grafik G,H,I menunjukkan bahwa semakin lama waktu ultrasonikasi dan semakin besar massa mengindikasikan adanya pergeseran puncak absorbansi dari panjang gelombang yang kecil yakni :207 nm menuju panjang gelombang yang lebih besar yakni 223 nm. Karakter *graphene oxide* pada penelitian ini berada pada rentang panjang gelombang 208 nm sampai 223 nm. maka karakter *graphene oxide* pada penelitian ini termasuk *graphene multilayer*. Terbentuknya puncak absorbansi menunjukkan adanya *Graphene oxide* yang terbentuk dari hasil sintesis GO dengan Metode LPE pada perlakuan Blender + Ultrasonikasi.

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh terlihat bahwa pada perlakuan Blender terjadi peningkatan nilai absorbansi pada massa 1,5 gram dan penurunan nilai absorbansi pada massa 2 gram , sementara pada perlakuan dengan



Blender + Ultrasonikasi terjadi penurunan nilai absorbansi pada massa 1,5 gram dan peningkatan nilai absorbansi pada massa 2 gram. Perubahan nilai absorbansi ini terjadi karena meningkatnya jumlah material yang terkandung dalam cairan karena eksfoliasi atau pengelupasan lapisan grafit pada larutan. Nilai absorbansi tertinggi terjadi pada perlakuan dengan blender pada massa 1,5 gram dengan nilai absorbansi 2,071 dan nilai absorbansi minimum diperoleh pada perlakuan dengan blender + ultrasonifikasi massa 1,5 gram dengan nilai 1,450 pada panjang gelombang 223 nm. Berdasarkan nilai absorbansi tersebut larutan sampel hasil sintesis termasuk *Graphene Oxide*.

## SIMPULAN DAN SARAN

### Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa

1. Pengaruh variasi massa karbon tongkol jagung dengan variasi massa pada perlakuan ultrasonifikasi menunjukkan bahwa nilai absorbansi meningkat secara linear seiring bertambahnya massa. Semakin besar massa maka semakin besar panjang gelombang dari puncak absorbansi. Hal ini mengindikasikan adanya pergeseran puncak absorbansi dari panjang gelombang kecil menuju panjang gelombang yang lebih besar atau terdeteksi adanya *redshift*.
2. Pengaruh perlakuan terhadap hasil sintesis *graphene Oxide* berupa nilai absorbansi secara berturut-turut diperoleh 1,710 ; 2,071 ; 1,483 untuk perlakuan blender, 1,478 ; 1,571; 1,588 untuk perlakuan ultrasonikasi, dan 1,574 ; 1,450 ; 1,547 untuk perlakuan blender+ultrasonikasi. Nilai absorbansi maksimum pada perlakuan blender massa 1,5 gram dengan nilai 2,071 dan nilai absorbansi minimum diperoleh pada perlakuan dengan blender + ultrasonifikasi massa 1,5 gram dengan nilai 1,450. Berdasarkan nilai absorbansi tersebut larutan sampel hasil sintesis termasuk *Graphene Oxide*.

### Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disarankan bahwa

1. Untuk peneliti selanjutnya, sebaiknya menambah variasi massa karbon agar diketahui batas pemakaian.
2. Perlu dilakukan penelitian berikutnya menggunakan *furnace* dengan variasi suhu dan waktu untuk pembakaran tongkol jagung.
3. Perlu dilakukan penelitian berikutnya menggunakan larutan pengencer lain seperti : Etanol.
4. Perlu adanya kajian parameter fisika lainnya yang belum diuji dalam penelitian ini seperti sifat elektronik dan sifat mekanik *Graphene Oxide*.

## DAFTAR PUSTAKA

- 1 Harahap, 2018. *Sintesis Grafena dari Oksidasi Grafit dan Reduksi Oksida Grafit Menggunakan Reduktor Asam Sitrat*. Skripsi. Universitas Sumatera Utara.Medan.
- 2 Rafitasari, Y. 2016. Sintesis Graphene Oxide Dan Reduced Graphene Oxide. SNF2016 Vol.V OKTOBER 2016
- 3 Shao G, Lu Y, Wu F, Yang C, Zeng F, Wu Q. 2012. Graphene oxide: the mechanisms of oxidation and exfoliation. *J. Mater. Sci.* 47(10): 4400-4409
- 4 Stankovich S, Dikin DA, Piner RD, Kohlhaas KA, Kleinhammes A, Jia Y, Wu Y, Nguyen ST, Ruoff RS. 2007. Synthesis of graphene-based nanosheet via chemical reduction of exfoliated graphite oxide. *Carbon*. 45(7): 1558-1565.
- 5 Zhu Y, Murali S, Cai W, Li X, Suk JW, Potts JR, Ruoff RS. 2010. Graphene and graphene oxide: synthesis, properties, and applications. *Adv. Mater.* 22(46): 3906-3924.
- 6 Cahyani, 2018. *Sintesis Graphene Oxide Berbahan Dasar Graphite Limbah Baterai Zinc-Carbon Dalam Fase Cair Menggunakan Frekuensi Audiosonik Dan Ultrasonik*. Skripsi. Universitas Negeri Yogyakarta.
- 7 Darminto. dkk. 2018. *Pengembangan Bahan Karbon Dari Biomassa*. ITS Press. Surabaya.

- 8 Amiruddin,H.2016.Modifikasi Permukaan Karbon Aktif Tongkol Jagung (Zea Mays) Dengan Hno<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>so<sub>4</sub>, Dan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> Sebagai Bahan Elektroda Superkapasitor.Skripsi. Universitas Hasanuddin. Makassar. Negeri Yogyakarta.
- 9 Prakoso, dkk.2016. Pengaruh Variasi Lama Waktu Ultrasonikasi Terhadap Spektrum Absorbansi Optik Graphene Oxide (GO) Dari Bahan Pensil 2B Yang Disintesis Menggunakan Metode Elektrolisis. Jurnal.FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta.
- 10 Fikri, dkk, 2016. Pengaruh Variasi Konsentrasi Surfaktan Dan Waktu Ultrasonikasi Terhadap Sintesis Material Graphene Dengan Metode Liquid Sonification Exfoliation Menggunakan Tweeter Ultrasonication Graphite Oxide Generator. Jurnal.FMIPA UNY.
- 11 Astuti, 2017. Pengaruh Variasi Massa Karbon Sekam Padi Terhadap Sintesis Material Graphene Oxide Dengan Metode Liquid Phase Exfoliation Menggunakan Blender, Sonifikasi, Dan Blender+Sonifikasi Berdasarkan Uji Uv-Vis. Skripsi.Universitas Negeri Yogyakarta.
- 12 Rahmawati, 2017. Sintesis Dan Karakterisasi Material Graphene Oxide Berbahan Dasar Limbah Karbon Baterai Znc Menggunakan Kombinasi Metode Liquid-Phase Exfoliation Dan Radiasi Sinar-X Dengan Variasi Waktu Radiasi Berdasarkan Uji Uv-Vis Spektrofotometer. Skripsi.Universitas Negeri Yogyakarta.
- 13 Rohman, 2018. Pengaruh Variasi Lama Pengeringan Dan Volume Larutan Graphene Oxide Berbahan Dasar Abu Sekam Padi Terhadap Kuat Tekan Dan Porositas Bata Ringan Jenis Cellular Lightweigt Concrete. Universitas Negeri Yogyakarta.
- 14 Suhartati, 2017. Dasar-Dasar Spektrofotometri UV-Vis Dan Spektrometri Massa Untuk Penentuan Struktur Senyawa Organik. Aura CV. Bandar Lampung.
- 15 Haluti, 2014. Pemetaan Potensi Limbah Tongkol Jagung sebagai Energi Alternatif Di Wilayah Provinsi Gorontalo. Tesis. Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya.